

**ME-733 PULVIMETALURGIA**

**10 U.D.**

**REQUISITOS:**      **ME-58B**

**DH: (3-2-5)**

**CARÁCTER** :      Electivo del Magister en Ingeniería Mecánica

**DESCRIPCIÓN:**

Se presenta el actual conocimiento sobre los principales fenómenos que gobiernan los procesos de obtención y consolidación de polvos (solidificación rápida, compactación y sinterización con y sin presión). En los capítulos correspondientes, se pone énfasis en los fundamentos y las características universales de estos procesos.

La aplicación de estos principios a sistemas concretos se realiza a través del estudio de casos de consolidación de, principalmente, polvos metálicos.

En este curso, además, se profundiza en la teoría y modelos de compactación y sinterización. Ello se logra a través del trabajo personal en la revisión de publicaciones.

**OBJETIVOS**

**Generales:**

- a) Comprender los principales mecanismos que operan en los procesos pulvimetalúrgicos para aplicarlos en las etapas de investigación y desarrollo, selección y control de procesos P/M.

**Específicos:**

Al finalizar el curso, el alumno será capaz de:

- a) Participar en el diseño y ejecución de un programa de investigación y desarrollo básico de los principales procesos pulvimetalúrgicos aplicado a algún sistema de materiales.
- b) Identificar sus variables operacionales principales y controlar adecuadamente sus niveles para alcanzar respuestas óptimas.
- c) Seleccionar el proceso más adecuado para elaborar, mediante pulvimetalúrgia, un determinado material o producto.

- d) Predecir, en las áreas donde existan modelos teóricos, la respuesta (densidad), variación en volumen) de un determinado sistema de materiales sometido a compactación.
- e) Transferir los actuales desarrollos tecnológicos en esta área de procesos de fabricación, con énfasis en las aplicaciones automotrices y herramientas de corte.

**CONTENIDOS**

**NºHrs.**

1.	Introducción.  Historia de la Pulvimetalurgia (P/M). Campo de aplicación.Futuro de la P/M.	1,5
2.	Caracterización de Polvos  Definiciones. Técnicas de evaluación. Datos de tamaño de partículas.	1,5
3.	Fabricación de Polvos  Generalidades. Métodos mecánicos, químicos y electrolíticos. Atomización. Solidificación rápida. Microestructuras de polvos. Estudio de casos: atomización de polvos de cobre.	4,5
4.	Compactación  Fenomenología. Bases teóricas. Modelos matemáticos. Influencia de las características del polvo. Tecnologías. Aleación mecánica. Estudio de casos: modelos matemáticos para polvos metálicos	3
5.	Sinterización en fases sólidas  Fenomenología. Teoría de la sinterización. Estados y modelos. Diagramas de sinterización de Ashby. Propiedades. Estudio de casos: modelo de Ashby para aceros rápidos de herramientas.	7,5
6.	Sinterización en fase líquida  Observaciones microestructurales. Factores termodinámicos y cinéticos. Estados. Propiedades. Estudio de casos: carburos cementados.	9
7.	Casos especiales de sinterización en fase líquida  Sinterización supersolidus. Infiltración. Fase líquida transiente. Sinterización reactiva. Uso de diagrama de fases. Estudio de casos: sinterización supersolidus de aceros rápidos de herramientas.	4,5
8.	Variables de operación en sinterización en fase líquida	3

Partículas: tipo, tamaño, forma y distribución. Aditivos. Densidad en verde. Velocidad de calentamiento y enfriamiento. Temperatura y tiempo. Atmósferas.

9. Otras tecnologías de consolidación de polvos 4,5
- Compactación isostática en caliente. Diagrama de Ashby. compactación isostática en frío. Conformado de preformas. Deposición de polvos por atomización.
10. Desarrollo y aplicaciones recientes 6
- Nanocristales. Metales amorfos. Materiales magnéticos. Materiales para uso automotriz. Materiales para uso aeronáutico. Materiales para uso en microelectrónica.

### **ACTIVIDADES**

Se desarrollarán clases expositivas con apoyo de materiales audiovisuales. Los alumnos profundizarán algunos temas mediante un trabajo de revisión bibliográfica. En clases auxiliares se analizarán los estudios de casos y los resultados de programas de computación de modelación de algunos procesos de P/M.

Se desarrollarán cinco experiencias de laboratorio, de 4,5 hrs. cada una:

1. Atomización de polvos de Cu o Pb
2. Compactación de polvos de Cu-10Sn
3. Sinterización en estado sólido de polvos de Cu-10Sn para filtros.
4. Sinterización supersolidus de acero rápido T15.
5. Infiltración de compactos de acero con una aleación Cu-Mn-Fe.

Se realizará una visita a una industria que produce polvos de aleaciones de cobre y fabrica cojinetes de bronce.

### **EVALUACIÓN**

La evaluación del curso se hará a través de las siguientes modalidades:

**Ponderación (%)**

1.	Notas de controles (3 controles y un examen)	70
2.	Laboratorios	30

## **BIBLIOGRAFÍA:**

### **Básica**

1. R.M. GERMAN “ Powder Metallurgy Science”. MPIF, Princeton, N.J., 1984.
2. R.M. GERMAN “Liquid phase sintering”. Plenum Press, N.Y., 1985.
3. AMERICAN SOCIETY FOR METALS: “ Metals Handbook, Powder Metallurgy”, Vol. 7 9º de., 1985.

### **Complementaria**

1. P.W. TAUBENBLANT (de.): “Copper base Powder Metallurgy”, MPIF, Princeton, N.J., 1980.
2. R.M. GERMAN: “Phase diagrams in liquid phase sintering treatments”. JOM, Agosto 1986. pp. 26-29.
3. S. JAUREGUI, F. FERNANDEZ, R.H. PALMA., MARTINEZ Y J.J. URCOLA: “Influence of atmosphere on sintering of T15 and M2 Steel powders”. Met. Trans., vol.23A, 1992. pp 389-399.
4. R.M. GERMAN: “Emerging P/M technologies in the USA”. Int. J. Powder Metall. vol. 28, (1), 1992. pp. 77-85.
5. F.H. FROES: “Powder Metallurgy in Aerospace and Defense Technologies”. JOM, Dic. 1991. pp. 20-21.
6. P.U. GUMMESON: “The Metal Injection molding opportunity- A critical view”. Int. J. Powder Metall. vol. 25 (3), 1989. pp. 207-216.
7. C. LALL: “Fundamentals of high temperature sintering: application to Stainless Steels and Soft Magnetic alloys”. Int. J. Powder Metall. vol 27 (4), 1991. pp. 315-329.
8. R.M. CRISPIN Y M.G. NICHOLAS: “Alumina-copper diffusion bonding”. Ceram. Eng. Sci. Proc. (10). 1989.

9. R.M. GERMAN: "Supersolidus liquid phase sintering. Part II: Densification theory". Int. J. Powder Metall. vol. 26(1). 1990. pp. 35-43.
10. A. LAWLEY: "Modern Powder Metallurgy Science and Technology". JOM, Agosto 1986. pp. 15-25.
11. S. MOCARSKI Y D.W. HALL: "P/M parts for Automotive applications". Int. J. Powder Metall. vol. 23 (2), 1987. pp. 109-125.

**RESUMEN DE CONTENIDO:**

Fabricación de polvos. Compactación. Sinterización en fase líquida, con y sin presión. Variables operacionales. Desarrollos recientes.